

## 課電塩水滴下試験によるポリマーがいし外被材の撥水性低下機構に関する研究

著者	芥川 貴裕
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	88
号	1
ページ	66-67
発行年	2019-07
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00126531">http://hdl.handle.net/10097/00126531</a>

修士学位論文要約（平成31年 3 月）

## 課電塩水滴下試験によるポリマーがいし外被材の 撥水性低下機構に関する研究

芥川 貴裕

指導教員：斎藤 浩海， 研究指導教員：八島 政史

### Study on Hydrophobicity Loss Mechanism of Enveloping Material of Polymer Insulator by Dynamic Drop Test

Takahiro AKUTAGAWA

Supervisor: Hiroumi SAITOH, Research Advisor: Masafumi YASHIMA

In comparison to porcelain insulators, silicone rubber is lightweight and has an advantage of hydrophobicity, it has excellent withstand performances under contaminated conditions. Therefore, it is expected to expand the use of it. CIGRE WG D1.14 aimed to establish new test procedure, Dynamic Drop Test. This test can evaluate the property of hydrophobicity loss of silicone rubber and is easy to install and handle. We studied the process of hydrophobicity loss in Dynamic Drop Test from three viewpoints. The first is the behavior and phenomena of water droplets on the surface when voltage is applied. The second is the time variation of hydrophobicity. We could not observe the change of hydrophobicity until first discharge occurred and the great reduction of the hydrophobicity was observed after first discharge. The third is chemical bonds. Decrease of Si-O bond and Si-C bond are observed after discharges.

#### 1. はじめに

外被材に高分子材料を用いたポリマーがいしは磁器がいしと比較して軽量性、耐候性、対汚損性、経済性などに優れるという特徴を持っており、適用の拡大が期待されている。そんな中、CIGRE WG D1.14では高分子材料の屋外絶縁に関する劣化・性能評価法の開発に関する検討が行われた。そこで Bärtschらは、小規模かつ容易に撥水性維持特性を評価できる試験法として Dynamic Drop Test (DDT) を提案した<sup>(1)</sup>。この試験は電界を加えたシート状試料に継続的に電解液を滴下し撥水性が消失する過程と影響・要因を評価するものである。わが国でこれまで使用されていたものは電気学会共通試料(第 3 次試料)と呼ばれるものであり<sup>(2)</sup>、今回使用した試料は新たに製作された第 4 次試料にあたるものである。これを用いて Dynamic Drop Test を行い撥水性消失過程について調査を行ったのでその結果を報告する。

#### 2. 試験方法

実験条件を表 1 に、電極と試料の構成を図 1 に示す。イオン交換水に塩化ナトリウムを溶かした電解液を電極を通して試料表面に一定速度で滴下し、電圧を印加した。試験中、試料表面の撥水状態を観察するために、カメラで撮影するとともに、シャント抵抗と CT の 2 種類を用いて、オシロスコープにより電流波形を観測した。本検討では電圧の印加を開始してから、1 時間経過するまでの過程の観察を行った。

表 1 実験条件

温度	湿度	電極間距離	導電率	液滴数	液滴量	電圧
20.6℃	28%	50mm	15mS/cm	12±1滴/min	1±0.2ml/min	AC8kVrms

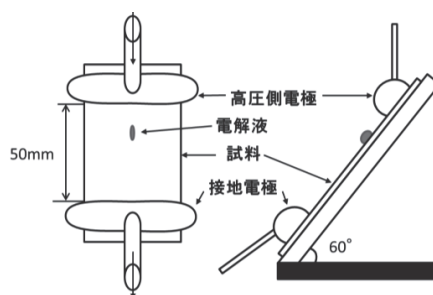


図 1 電極と試料の構成

#### 3. 試料表面における水滴挙動について

表面における水滴の挙動の変化と放電発生時の状況をまとめたものを図 2 に示す。実験開始直後は、球状を保ったまま水滴は上部電極から下部電極へ落下していく。数分後には上部電極付近に細かな水滴が残るようになる。さらに時間が経過すると、下部電極付近にも細かな水滴が見られるようになり、この時には、水滴が尾を引くという現象が見られるようになる。この水滴が尾を引くという現象と試料表面に細かな水滴が残るという現象はよく対応している。その後試料表面に残留する水滴の数が増えるとともに、

水滴がより長く尾を引くようになる。放電直前には、水滴の滴下ルート一直線上に細かな水滴が残り、(VI)のように上部電極と伸びた電解液または下部電極と伸びた電解液との間で 1 回目の放電が起こる。その後、試料表面上にうすい水膜が見られるようになり、そこをつなぐように断続的な放電が起こる。

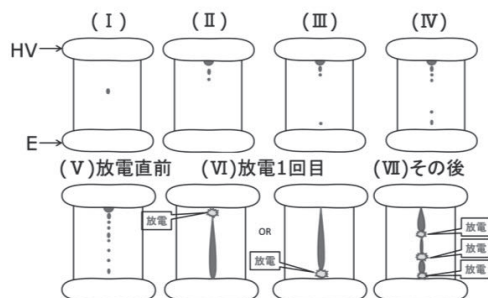


図 2 表面の水滴の挙動の変化と放電発生時の状況

#### 4. 撥水性の変化について

試験で用いた試料について、図 3 に示すように水滴が流れる場所を数点に分けて、また経時的に 4 段階に分けて、撥水性の指標となる接触角を測定した。測定時には試料の表面に塩分が残らないように、軽く拭いた。その結果を図 4 に示す。放電が起こるまでは撥水性の低下が見られないが、1 発でも放電が起こると大きく撥水性が低下することが分かる。特に、放電が起こったパス上で大きく撥水性が低下した(図の②、④、⑥)。その後断続的な放電が起こることで、場所によって差はあるがさらに撥水性が低下した。

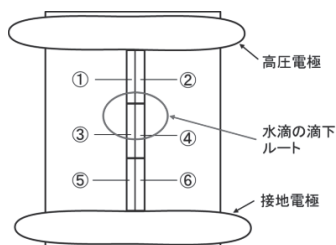


図 3 接触角の測定場所

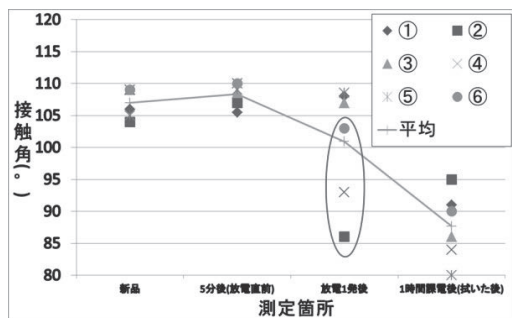


図 4 接触角の測定結果

#### 5. 構造分析の結果

DDT で用いた試料について FT-IR により構造分析を行った結果を図 5 に示す。新品の試料と放電が起きる前の試料を比較しても大きな変化は見られない。また、放電 1 回後においても大きな変化は見られない。放電が 10 分起きた後の試料においては、断続的な放電が起こることにより主鎖である Si-O 結合、側鎖である Si-C 結合、また ATH(水酸化アルミニウム)すべてが減少していることが分かる。その後、さらに試料は放電にさらされるが、放電 30 分後の試料との大きな差は見られない。これらより、放電が 1 回起きただけでは試料の構造の大きな変化は見られないが、断続的な放電がある程度の時間起こることで試料の構造や組成に変化をもたらすことが示唆された。

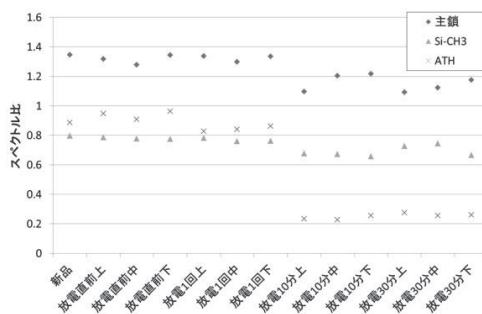


図 5 試料の化学構造の変化

#### 6. まとめ

課電時におけるシリコンゴムの撥水性消失機構について検討を行った。その結果、放電が起こるまでは撥水性の低下や構造の変化を観測定量的に評価することができず、放電が起こるとそのパス上で撥水性が低下するとともに、化学構造にも変化が起こることが分かった。したがって、放電が起こるまでは親水基の表面側への配向により撥水性が低下するが短時間で回復することができ、放電が起こると化学構造の変化により撥水性が低下すると考えられる。

#### 文 献

- 1) Kindersberger, Bärsch.: CIGRE WG D1-14 (2004)
- 2) 電気学会「屋外用ポリマー絶縁材料の性能評価・改質技術」, 電気学会技術報告, 第 1383 号, pp17, pp.22-23 (2016)
- 3) 東レリサーチセンター HP 分析機能と原理 走査電子顕微鏡  
[http://www.toray-research.co.jp/kinougenri/keitai/kei\\_003.html](http://www.toray-research.co.jp/kinougenri/keitai/kei_003.html)